干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

基于资源环境承载力的干旱区乡村振兴路径研究
——以宁夏为例

李 瑾， 文 琦， 杨 骁
（宁夏大学地理科学与规划学院，宁夏 银川 750021）

摘 要： 资源环境承载力是限制旱区区域社会经济发展的重要因素，厘清资源环境承载力状态，探究典型地区乡村振兴的资源环境分布特征及问题所在，是新时期旱区科学实施乡村振兴的基础。以宁夏为例，基于资源环境承载力PS-DR-DP（压力-支撑力；破坏力-恢复力；退化力-提升力）正六边形相互作用力模型以及3对相互作用力内部的协调发展状况研究，探究干旱地区实现乡村振兴的路径。结果表明：宁夏资源环境承载力较弱，3对相互作用力内部协调发展度在各县域有明显的差异，北部沿黄灌区承载力高于南部山区承载力，资源型城市生态环境破坏严重，总体上宁夏全区资源环境承载力的发展度都较低。针对每个区域资源环境承载力的优势和劣势，将宁夏分为高承载-集聚提升区、高承载-特色保护区、中承载-生态恢复区和低承载-生态保育区4个区域。实现乡村振兴战略不仅要在宏观层面上谋划振兴路径，还要根据各区域的资源环境承载能力进行调控以促进乡村地区社会经济可持续发展。

关 键 词： 资源环境承载力；乡村振兴；干旱地区；宁夏
文章编号：

改革开放以来我国的城市偏向、工业偏向政策推动城市化快速发展，城市社会经济发展取得了阶段性的成果。然而，过度追求高速城镇化，漠视城乡融合发展的倾向不仅造成了人口拥挤、交通堵塞、房价飙升、环境污染等“城市病”，还导致农村出现了空心化、土地撂荒、老龄化的“乡村病”，“两病”并发不但造成城乡冲突升级，还加速了乡村地域衰退[1]。2019年，我国城镇化率达60.6%，城市化高速推进的同时，乡村基础设施建设滞后、产业发展粗放、人口老龄化加剧等问题严重影响了全面建成小康社会、脱贫攻坚、乡村振兴等重大战略的实施[2]。2017年党的十九大报告提出乡村振兴战略，旨在加快乡村转型升级，推进城乡融合发展[3]。从乡村科学层面阐释乡村振兴的内涵，其实就是全面优化乡村地域系统，解决乡村发展过程中的复杂性、系统性、区域性问题，加快乡村转型发展、提升乡村功能的过程[4-5]。通过引入新要素、新技术、新理念，实现乡村地域系统要素、功能、结构的转型升级，以此提升乡村地域系统的社会、经济、生态等方面的综合能力[6]。

近年来，国内许多学者将研究对象转向乡村地域，并产生了丰富成果。主要包括乡村重构[7-8]、乡村转型发展过程[9-10]、乡村地域功能[11-12]、乡村振兴路径探索[13]、乡村评价[14]等。但是，从资源环境禀赋、资源环境承载能力以及社会经济发展状况的视角进行乡村振兴路径探讨的研究较少。自然资源是区域发展的基础和前提条件，随着现代科技进步与广泛应用、经济全球化及市场竞争的发展，自然资源贫乏的区域通过有效利用、合理配置、优化产业结构等手段能够形成强大的区域竞争力。随着社会经济的发展，不合理的耕作、化肥的滥用以及人口流动造成的土地撂荒等现象，乡村地域自然资

收稿日期： 2021-02-07； **修订日期：** 2021-07-27
基金项目： 国家自然科学基金项目（42061037）资助
作者简介： 李瑾（1995-），女，硕士研究生，主要从事乡村地理研究. E-mail: lijinlj19@163.com
通讯作者： 文琦（1979-），男，教授，主要从事乡村发展与资源环境评价方面的研究. E-mail: wenq98@163.com

源条件退化严重、生态环境破坏严重、经济发展条件基础差。我国幅员辽阔,南北生态环境差异大,自然资源禀赋各不相同,长期的生产活动造成的资源损耗程度、环境污染情况也各不相同。因此要实现乡村振兴战略,提升乡村地域综合发展水平,必然要对乡村资源环境条件进行评判,根据区域资源环境承载力评价结果,分析乡村地域资源环境条件的优劣,科学地规划乡村产业结构,制定生态保护措施等,以期实现乡村振兴及地区社会经济可持续发展。

干旱区乡村振兴受到资源承载力的直接影响,受地表径流量、地下水位高度、土地荒漠化盐渍化等因素影响,各个区域的乡村振兴路径截然不同。本文选取宁夏为研究区域,尝试将区域资源环境承载力分解为压力-支撑力、破坏力-恢复力、退化力-提升力3对相互作用力构建乡村资源环境承载力评价指标体系,识别乡村地域发展资源环境的优势与劣势。根据资源承载力探究微观地域的乡村系统空间分异特征,对于推进乡村振兴具有科学的借鉴意义[15]。

1 研究区概况

宁夏位于中国西北部的黄河中上游地区(35°14′~39°23′N,104°17′~107°39′E),海拔1100~1200 m,地处黄土高原与内蒙古沙漠的过渡地带,属于典型的大陆性干旱、半干旱气候。全区地势南高北低,在地形上全区分为3部分:宁夏北部地区为引黄灌溉区域,该区域地形平缓、水土条件优越;中部地区为干旱风沙带,该区域常年干旱少雨,水土条件差;南部山区沟壑林立,地形复杂,气候湿冷。宁夏是全国水资源拥有量最少省份,年均降水量150~600 mm,蒸发量800~1600 mm,降水少、蒸发量大、空间分布不均衡且年际间变化大是宁夏水资源突出特点。在资源条件方面,一是农牧业发达,是国家商品粮生产基地和十大牧区之一;二是煤炭资源丰富,宁东能源化工是全国大型煤炭基地之一。截止2018年底,全区共辖22个县(市、区),总面积6.64×10^4 km^2,常住人口688.11×10^4人,其中乡村人口282.95×10^4人,占比41.12%。在复杂多样的地形条件下,空间资源环境要素的匹配弱于其他省份,资源环境承载力的大小直接影响着宁夏地区的社会经济发展。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本文以县域单元为最小研究单元,将兴庆区、西夏区、金凤区统一看作银川市辖区处理,数据主要来源于2018年《中国县域统计年鉴》《中国林业统计年鉴》《宁夏统计年鉴》《宁夏水土保持公报》以及宁夏政府各部门年度报告及公开信息。

2.2 研究方法

2.2.1 *资源环境承载力评价方法* 资源环境承载力通常是指在保障生态系统稳定和区域可持续发展的前提下,某一特定区域内资源环境条件对人类生活的保障程度以及与社会经济发展程度的相适应性[16]。国家乡村振兴的村庄分类包括集聚提升类、城郊融合类、特色保护类和搬迁撤并类,这在一定程度上是按照资源承载力水平、特色资源优势、产业发展水平、历史文化遗存等进行的分类。乡村地域系统是一个复杂、开放、综合的系统,这与承载力具有的动态性和开放性特性一致,随着乡村发展,其产业转型、技术进步、人口变化、土地利用强度等都会影响资源环境承载力的变化,进而影响区域可持续发展的能力,关系到乡村振兴的成色。本文应用资源环境承载力PS-DR-DP正六边形相互作用力模型[17-18],将承载力分解为压力-支撑力、破坏力-恢复力、退化力-提升力六力之和,综合评价区域资源环境承载力现状,在考虑短板效应的基础上,探析六力之间的协调程度。

资源环境承载力PS-DR-DP正六边形相互作用力模型是在全排列多边形图示法的基础上改进的更为简易直观的排列多边形的图示法。资源环境承载力中的压力-支撑力表征乡村地域资源对人类社会活动的支撑能力,压力表示人类活动对资源的消耗量;支撑力表示目前技术条件下能够支撑人类活动的潜力。破坏力-恢复力表征区域环境容量对人类生产生活的支撑能力,破坏力表征人类生产生活对环境损坏程度;恢复力表征环境系统自我修复被破坏环境的能力大小。退化力-提升力表征区域资源环境退化程度,退化力表征资源环境的退化程度;修复力表征通过使用现代技术与方法恢复或减缓资源环境退化的能力。六力的变化、发展不断

作用、制约、影响着区域资源环境承载力的大小。

2.2.2 承载力贡献值计算 全排列多边形综合图形法是吴琼等[19]学者提出的，该方法减少了主观随意性，本文将其改良后应用在资源环境承载力评价。设有N个标准化后的指标，指标的上限值1为半径，构成中心N多边形。N个指标构成$(N-1)!/2$个不同N边形，这些N边形的面积均值与中心N边形的面积比值为各分项的承载力贡献值。承载力贡献值表示对资源环境承载力的影响。

$$G=\frac{\sum_{i<j}^{i,j}\left(C_i^m+1\right)\left(C_j^m+1\right)}{N(N-1)} \tag{1}$$

式中：G表示分项承载力贡献值；N表示分项指标个数；C_i^m、C_j^m为第m个指标体系中第i、j项指标。

2.2.3 指标体系构建及承载力分级 资源环境承载力主要由资源支撑能力和环境容量两方面综合体现。结合乡村地域发展系统和城乡融合发展理论[20]可知，制约乡村振兴发展的主导因素之一为资源环境本底条件。因此，在遵循评价指标的科学性、全面性、区域性、系统性以及指标可获得性的原则上，参考现有研究资源环境评价指标体系[21-25]以及《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》，构建反映乡村地域发展的资源环境承载力3对力指标体系（表1）。其中，水资源、土地资源的拥有量和使用量以及人口数量、粮食产量表征资源的利用效率程度；污染物的排放量和处理量表征环境稳定程度；水土流失面积及治理面积、造林面积、林地面积、农用化肥施用量表征生态稳定程度。

区域资源环境承载力随着城市化的发展不断变化，尽管我国现存的城乡二元体制阻碍了人口、技术、科技等要素的流动，但乡村与城市之间的自然资源、环境等要素流动依然存在。城乡的发展走向以融合发展为主方向，因此本文借鉴《中国现代化报告2013——城市现代化研究》3个城市化阶段与乡村发展过程机理，将承载力状态划分为4个等级（表2）。

表1 资源环境承载力指标评价体系

Tab. 1 Index evaluation system of resources and environment carrying capacity

准则层	指标层	序号
压力	农作物播种面积/km^2	C_1^1
	城镇村及工矿用地/10^8 km^2	C_2^1
	常住人口中乡村人口数/人	C_3^1
	地区生产总值/10^8元	C_4^1
	农村需水量/10^4 m^3	C_5^1
支撑力	耕地面积/km^2	C_6^1
	乡村可利用土地面积/km^2	C_7^1
	粮食产量/t	C_8^1
	乡村从业人数/人	C_9^1
	年平均降水量/mm	C_{10}^1
	水资源供给量/10^8 m^3	C_{11}^1
	农村居民人均可支配收入/元	C_{12}^1
破坏力	工业SO_2排放量/t	C_1^2
	工业烟尘排放量/t	C_2^2
	工业废水排放总量/t	C_3^2
	一般工业固体废弃物产生量/t	C_4^2
恢复力	工业SO_2去除量/t	C_5^2
	一般工业固体废弃物处置/t	C_6^2
	工业废水处理量/t	C_7^2
	工业烟尘处理量/t	C_8^2
退化力	农用化肥施用量/t	C_1^3
	水土流失面积/km^2	C_2^3
	土地沙漠化面积/km^2	C_3^3
提升力	林地面积/km^2	C_4^3
	水土流失治理面积/km^2	C_5^3
	沙漠化治理面积/km^2	C_6^3
	造林面积/km^2	C_7^3

表2 资源环境承载力等级划分

Tab. 2 Classification of resources and environment carrying capacity

等级	承载力贡献值均值	承载力状态
Ⅰ	$G\le 0.30$	低水平承载，接近稳定状态
Ⅱ	$0.30<G<0.65$	高速发展，不稳定状态
Ⅲ	$0.65<G<0.85$	合理承载，接近稳定状态
Ⅳ	$G\ge 0.85$	完全承载，不稳定状态

注：承载力贡献值均值为分项承载力贡献值平均值。

2.2.4 资源环境协调发展度测算与分级 乡村发展依托于区域自然资源条件，在发展过程中必然对自然环境造成破坏，当乡村振兴规划发展目标与资源环境短板相冲突且盲目发展时，将会破坏资源环境系统自我修复能力，造成六力之间的失调，导致乡村社会经济发展不可持续。因此，本文通过资源环境承载力六力的协调度和发展度来衡量区域资源环境系统的稳定性与区域的可持续性[20]。结合相关协调发展研究资料[26-28]与宁夏资源环境现状，将协调度与发展度划分为5个等级（表3），其计算方法如下：

$$F=\alpha R_i+\beta R_j \tag{2}$$

表3 协调度与发展度等级划分

Tab. 3 Classifications of coordination degree and development degree

目标	等级	阈值	状态
协调度(X)	重度失调型	$X≤0.30$	重度失调
	轻度失调型	$0.30<X≤0.50$	轻度失调
	基本协调型	$0.50<X≤0.70$	基本协调
	良好协调型	$0.70<X≤0.90$	良好协调
	优质协调型	$0.90<X≤1.00$	优质协调
发展度(F)	重度衰退型	$F≤0.30$	重度衰退
	轻度衰退型	$0.30<F≤0.50$	轻度衰退
	基本发展型	$0.50<F≤0.70$	基本发展
	良好发展型	$0.70<F≤0.90$	良好发展
	优质发展型	$0.90<F≤1.00$	优质发展

$$X=\left\{\frac{R_i+R_j}{\left(\frac{R_i+R_j}{2}\right)^2}\right\}^2 \quad (3)$$

式中：F为资源环境各力发展度；X为协调度；α和β为待定系数，取0.50；R_i和R_j分别为资源环境子系统承载力贡献值。

3 结果与分析

3.1 宁夏资源环境承载力格局特征

3.1.1 资源环境承载力水平 根据资源环境承载力等级划分，2018年宁夏各县(市、区)的承载力贡献值均值显示(图1)：全区中彭阳县、隆德县、泾源县承载力贡献值均值分别为0.70、0.66、0.68，属于合理承载，接近稳定状态；除上述3县外全区剩余县域承载力贡献值均值处于0.30~0.65之间，属于高速发展的不稳定状态。

压力-支撑力的承载力贡献值结果显示(图2)，宁夏中部地区及西南地区县域的压力和支撑力承载力差值较小，宁夏北部地区及东南地区县域的压力远大于支撑力。20世纪末，宁夏北部因其得天独厚的自然生产条件，进入城镇化快速发展时期，吸引宁夏南部地区人口向北部迁移，造成北部地区人口密度迅速增大，城市规模不断扩大，北部城市的压力远高于其支撑力；南部地区因人口的外流和脱贫攻坚期内基础设施的改善，压力和支撑力处于平衡状态。破坏力-恢复力的承载力贡献值结果显示(图3)，灵武市、惠农县、平罗县以及青铜峡市的恢复力大于破坏力；剩余县域的破坏力高于恢复力。由于工业企业排污处理系统设施建设完善，资源型城市恢复力大于破坏力；破坏力远高于恢复力的城市以农业为主，缺乏对工业排污的处理。退化力-提升力的承载力贡献值结果显示(图4)，海原县、彭阳县和同心县的提升力大于退化力；银川市辖区、永宁县、贺兰县、灵武市、大武口区、惠农区、利通区、红寺堡区、盐池县、隆德县以及泾源县的退化力

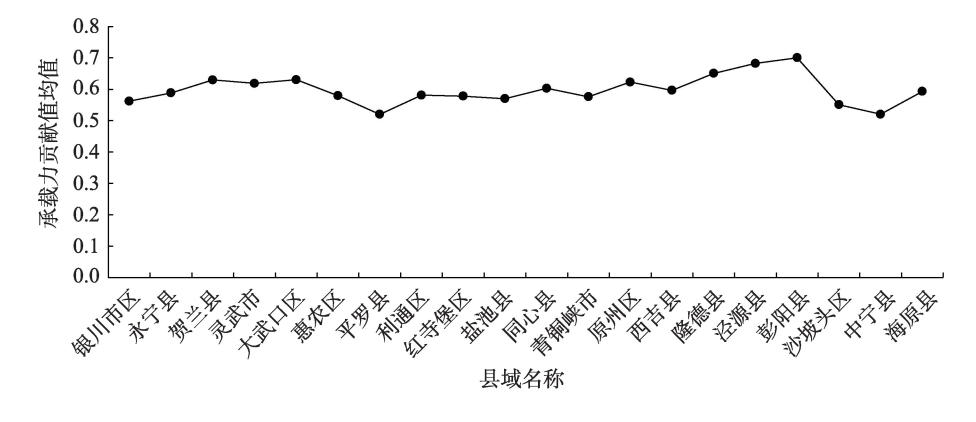


图1 宁夏各县(市、区)承载力贡献值均值

Fig. 1 Average value of contribution of carrying capacity of each county (city and district) in Ningxia

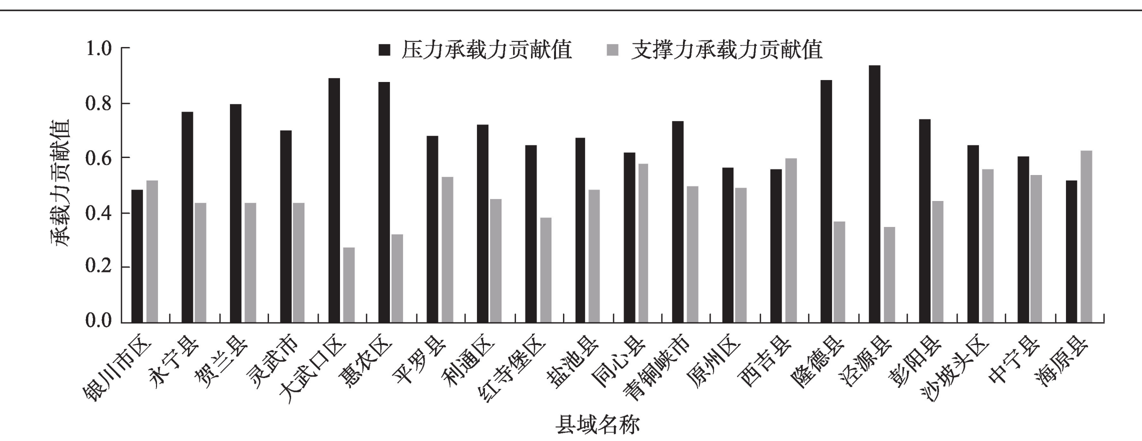


图2　宁夏各县(市、区)压力和支撑力承载力贡献值

Fig. 2　Contribution values of pressure and supporting carrying capacity of each county (city and district) in Ningxia

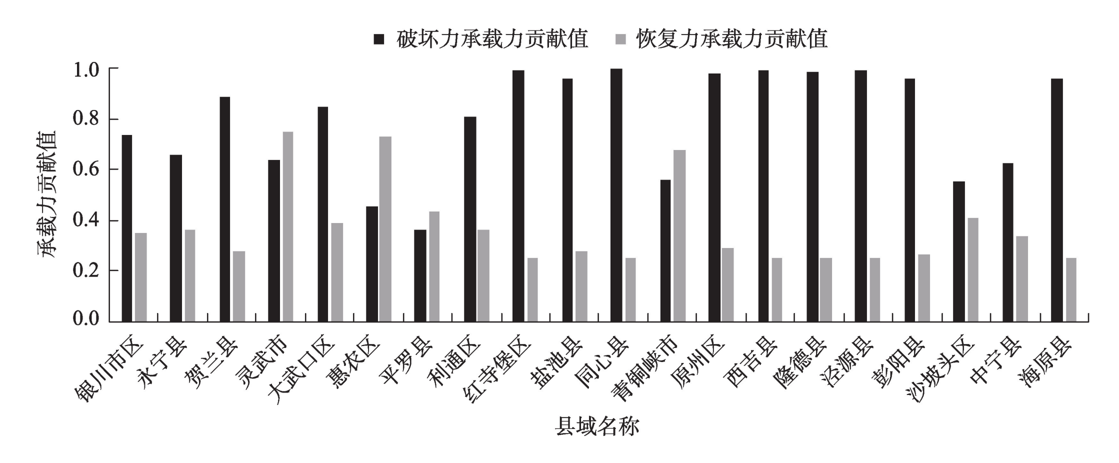


图3　宁夏各县(市、区)破坏力和恢复力承载力贡献值

Fig. 3　Contribution values of destructiveness capacity and resilience carrying capacity of each county (city and district) in Ningxia

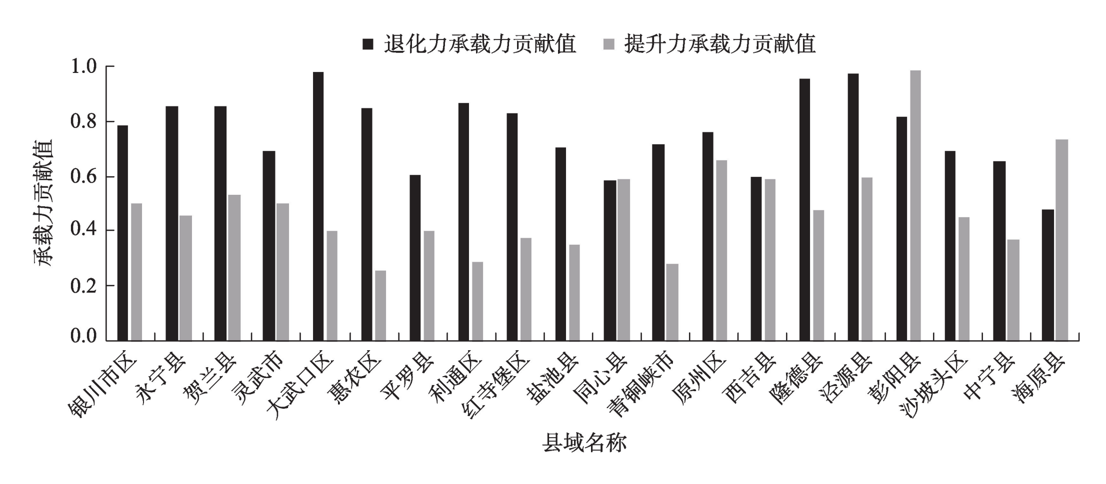


图4　宁夏各县(市、区)退化力和提升力承载力贡献值

Fig. 4　Contribution values of degradation and promotion carrying capacity of each county (city and district) in Ningxia

远远高于提升力。宁夏东北部与毛乌素沙漠接壤，西北部地处腾格里沙漠范围内，生态环境脆弱，土地沙漠化严重，造成生态提升力弱。南部山区作为宁夏贫困人口集中区域，恶劣的自然生存条件迫使农户为了生计过度放牧，造成该地区生态环境恶化，尽管近年来政府采取了多种生态恢复政策，但长期以来积累的人地矛盾依然存在。

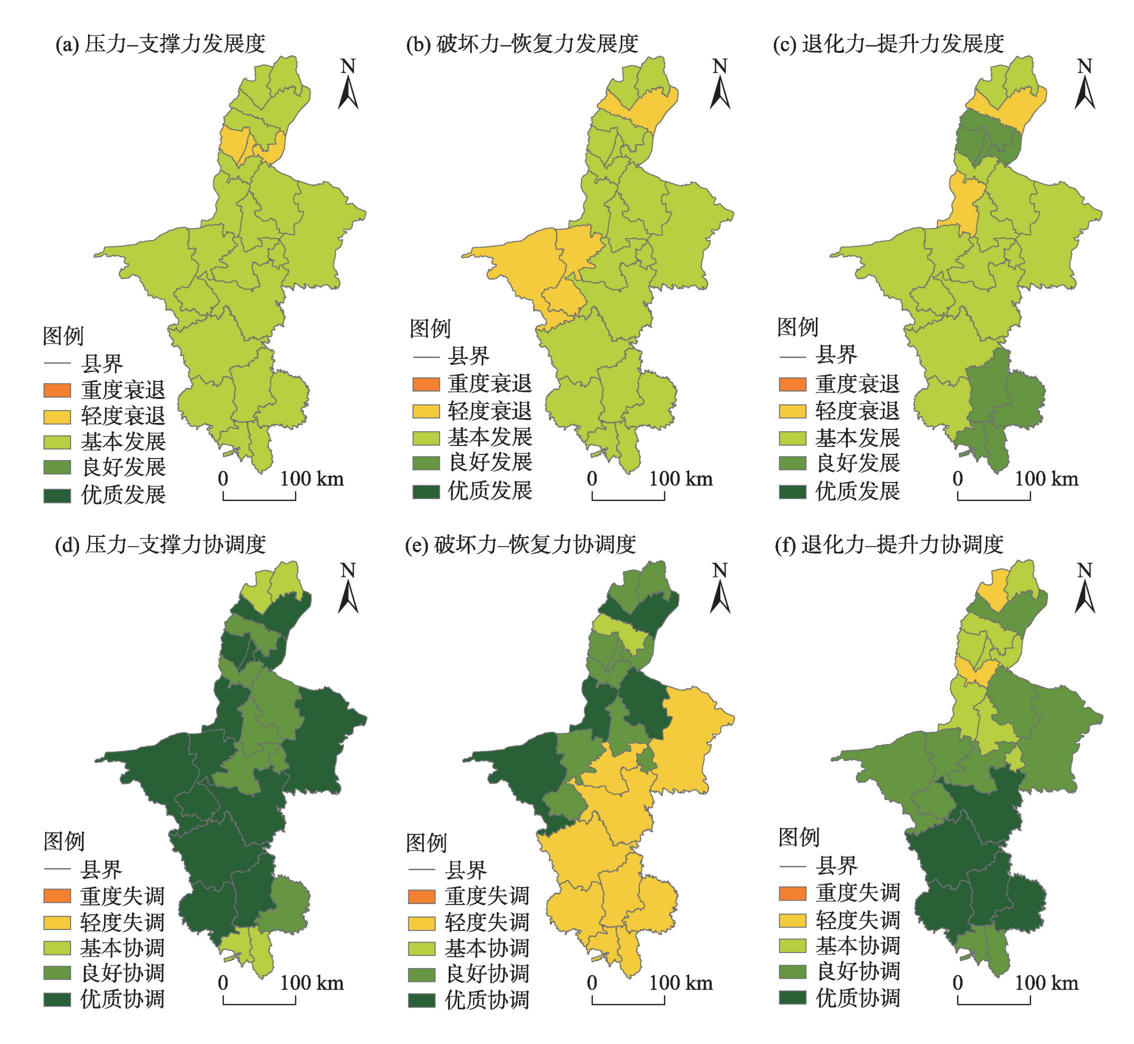
综合来看：彭阳县、泾源县以及隆德县处于合

理承载，接近稳定状态，但承载状态值却较差。这3个县位于宁夏南部山区最南端，地理环境以黄土丘陵沟壑区为主，人口压力以及生态脆弱性造就了这3个县承载能力较低。自脱贫攻坚以来，南部山区加大生态保护力度，重视生态修复，相较于北部地区南部山区的提升力有明显的改善，使得这3个县处于合理承载，接近稳定状态。永宁县、贺兰县、利通区以及红寺堡区处于高速增长非稳定状态，承载力中等。这4个县（区）主要位于宁夏沿黄灌区，地势平坦，水土资源丰富，但开发率较高，水环境污染严重，造成该地区承载能力减弱。

3.1.2 协调发展水平分析 本文通过对压力-支撑力、破坏力-恢复力和退化力-提升力3对力协调度和发展度的计算，分析全区资源环境承载力的协调性和发展能力，其结果如下（图5）：

（1）从宁夏各县（市、区）3对力的协调度对比发现，全区整体情况表现为压力-支撑力以及退化力-提升力为良好协调或优质协调，破坏力-恢复力的协调度区域内差异较大，存在轻度失调型。从3对力的发展度来看，全区资源环境承载力的发展度大部分是基本发展型。全区整体上协调度较好，发展度较弱，资源环境承载力的提升空间较小，限制宁夏社会经济发展。

（2）从每对力的内部协调度来看，压力-支撑力结果显示，大武口区、惠农区、隆德县以及泾源县的协调度为基本协调型，其中大武口区和惠农区作为能源城市与农业大县，长期的采矿工作与农耕造成土地负载过大，隆德县与泾源县自然条件的限制导致县域人口承载力低，人地关系紧张。破坏力-恢复力结果显示，全区各县（市、区）差异较大，处于中



注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2019)3333号的标准地图制作，底图无修改。

图5 宁夏各县（市、区）资源环境承载力协调度与发展度

Fig. 5 Coordination degree and development degree of resources and environment carrying capacity of each county (city and district) in Ningxia

部干旱带和南部山区县域为轻度失调，降水少风沙大，生态环境的脆弱性导致县域环境稳定程度低。退化力-提升力结果显示，沿黄经济带城市协调度较低，该区域城镇化率高，是主要的农业生产区和工业集聚区，高密度的人口和经济活动降低了区域的生态稳定性。

(3) 从每对力的内部发展度来看，压力-支撑力计算结果显示，除银川市辖区为轻度衰退型，作为省会城市，银川市人口和商业活动的集聚已达到承载力最大值，过度的集聚和发展将降低资源环境承载力。破坏力-恢复力计算结果显示，平罗县、中宁县和沙坡头区为轻度衰退型，平罗县煤炭企业与中宁县的化工企业集聚造成两地发展度低。退化力-修复力计算结果显示，平罗县、青铜峡市为轻度衰退型，平罗长期的农业生产经营活动，导致土地生态环境修复力降低。

根据协调度和发展度计算结果综合比较显示：宁夏北部地区资源环境承载力较高且发展度较好，但长期开发建设使得退化力-提升力的协调度降低；宁夏南部山区水土流失严重，资源环境承载力及发展度较低。据研究资料显示[29-30]，南部山区是宁夏贫困发生率的高值区域，地处黄土高原半干旱区向干旱风沙荒漠区过度的地带，水土匹配差。近年来，南部地区的退化力-提升力协调度有了明显提升，自脱贫攻坚以来南部地区的生态恢复和生态建设成效显著。

3.2 资源环境问题识别与乡村振兴路径探析

3.2.1 *资源环境问题识别*　基于压力-支撑力、破坏力-恢复力、退化力-修复力的承载力贡献值，以某对力内部承载力贡献值之差大于均值减标准差为判断资源环境问题的标准。若县域中的某对力内部承载力贡献值之差大于均值减标准差则视为问题区域。计算结果显示：压力-支撑力承载力贡献值存在问题的县域有12个，破坏力-恢复力承载力贡献值存在问题的县域有13个，退化力-修复力承载力贡献值存在问题的县域有14个。上述存在问题县域中部分县域是多个问题同时存在。剔除掉重复问题县域，最终归纳出4类问题县域：

(1) 支撑力脆弱类，主要集中分布在宁夏核心区域性城市及其临近周围城市，这类区域地形条件较好，城市基础设施完善，经济发展水平高，对人口经济有着集聚特征。长期的经济发展、人口集聚导致该区域压力承载力较大。(2) 恢复力脆弱类，主要集中分布在宁夏南部山区及部分中部干旱带城市，这类区域地形条件复杂，水土匹配差，生态环境脆弱，是宁夏重要生态保护区。近年来宁夏对南部山区实行的生态移民、退耕还林等生态保护措施使南部山区资源环境承载能力有所改善。(3) 提升力脆弱类，主要集中分布于宁夏沿黄经济带，这类区域水土资源优越，生态环境良好，农业基础雄厚并形成了能源、化工、新材料、装备制造业等工业。长期的农业经济活动以及工业的发展使该区域的提升力较小。(4) 承载力脆弱类，包括大武口区、利通区、红寺堡区、泾源县和隆德县，这类地区整体资源环境承载力水平较低。各县域承载力水平低的原因各异，如大武口区长期的煤炭开采，造成生态环境破坏严重，资源环境修复能力减弱；红寺堡区位于中部干旱带，降水少蒸发量大导致该区域气候条件恶劣；利通区属吴忠市市辖区，地处毛乌素沙漠边缘，常年遭受风沙侵袭，土地沙化现象严重，加之人口密度大，区域承载力弱；泾源县和隆德县位于南部山区，不利的自然生存条件迫使农户为了生计不断向大自然索取，加剧了生态环境恶化。

总的来看，资源环境承载力大小不仅与区域自然条件、地形地貌、地理区位等有关，还与经济发展、区域政策、人类活动等有关。乡村振兴过程中必然会产生各种生产要素的流动，促使资源环境问题区域的优质生产要素外流，生态环境脆弱等问题更为突出，进一步对区域社会经济发展、乡村振兴产生不利影响。此外，摸清乡村地域资源环境本底条件才能从根本上研判各乡村区域发展路径，在确保生态环境不被破坏情况下，制定乡村振兴规划。乡村资源环境系统受压力-支撑力、破坏力-修复力、退化力-提升力3对力相互作用，相辅相成，其相互耦合协调程度将影响乡村地域资源环境状况(图6)。

3.2.2 *振兴路径*　乡村地域社会经济发展有赖于资源环境承载力的耦合协调，乡村振兴目的是推进乡村地域各要素的协调发展，实现城乡一体化可持续发展。宁夏各地区自然资源条件差异明显，乡村振兴路径不仅要根据资源环境本底条件和经济发展基础，统筹规划乡村发展路径，也要针对各区域现状，进行农业产业结构调整，改善基础设施，促进乡村地域可持续发展。

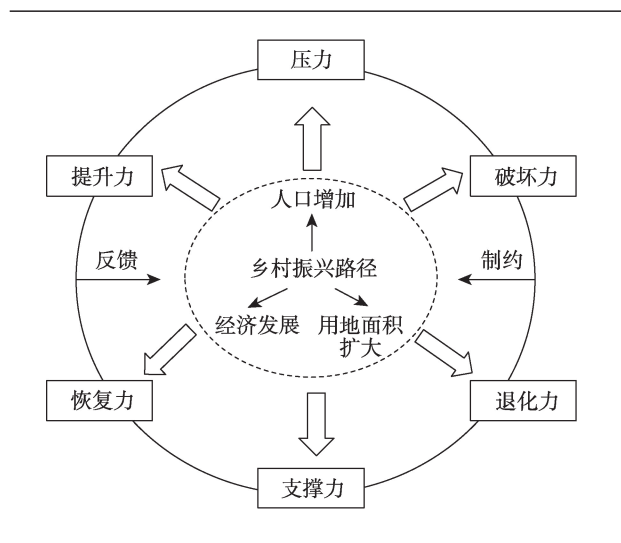


图6 资源环境承载力与乡村振兴相互关系

Fig. 6 Relationship between resources and environment carrying capacity and rural revitalization

(1) 高承载力-集聚提升区。主要包括区域核心城市及其周边县域,这类区域地理区位优越,城镇化水平高,基础设施完善,资源环境承载力水平高。基础条件和地理区位都有利于发展乡村产业,有利于发挥城市对乡村的带动作用;鼓励人口向乡村地区流动,发展都市农业和农产品加工业,推进乡村三产融合发展;强化乡村基础设施建设,提高乡村居民生活空间集约利用程度,提高土地利用效率。

(2) 高承载力-特色保护区。主要包括宁夏中西部县域,这类区域地处黄河宁夏入口段的引黄自流区,是连接西北与华北的重要交通枢纽。主要产业有旅游业、冶金、特色种植养殖业及农产品加工业。适合依托国家沙漠地质公园资源,完善旅游基础设施,整合旅游资源,推进乡村农业与休闲经济、观光产业结合,打造乡村旅游主导产业;推动建设枸杞、硒砂瓜、高酸苹果、设施蔬菜等特色农产品生产链,打造农业特色品牌;加快闲置土地流转,促进农业规模化、产业化、标准化建设,完善农业基础设施配套。

(3) 中承载力-生态恢复区。主要包括宁夏北部能源城市,这类区域以煤炭资源开发为主,工业产业发展水平高且产业链完整,但长期的资源开采活动对生态环境破坏严重导致资源环境承载力退化严重。当务之急是加大矿山地质环境恢复整治、生态保护与修复,恢复区域资源环境承载能力;其次调整优化产业结构,加大新材料产业和服务业对乡村的辐射带动作用;依托区域煤矿机械生产基地,推进乡村青年人才技能培训;加快发展高效农业设施,积极引进大型农产品和加工龙头企业,建设优质大米加工基地。

(4) 低承载力-生态保育区。主要包括宁夏南部山区及部分中部干旱带县域,这类区域水土流失问题突出,生态环境脆弱,是宁夏重要的生态保护地区和生态农业区。应考虑推进偏远山区和生态脆弱区移民搬迁,优化乡村生活空间;增强生态服务功能,开展生物多样性和水资源保护,实施水土流失治理和退耕还林工程;将旅游业与生态环境、民俗、养生健康产业相结合,打造生态绿色旅游;实施中低产田改良和高效灌溉农业发展,完善农业基础配套设施。

4 讨 论

干旱地区资源环境承载力具有总体较弱、资源环境处于超载状态、承载力发展潜力有限以及承载力超载后修复成本代价巨大的特征[16]。干旱地区乡村振兴需要以资源环境承载力评价为基础探索振兴路径。本文初步探讨了宁夏乡村资源环境承载力现状、资源环境约束条件和振兴路径。然而,影响资源环境承载力的因素极其丰富,评价指标的选取因地域不同、社会经济发展水平不同会对评价结果造成一定的影响。同时,由于数据获取的难度,难以对县域资源环境承载力进行十分全面的评价,一定程度上影响了评价结果的精确度,部分县域评价结果可能存在偏差。另外,本文只在县域层面上进行了资源环境承载力探讨,后续研究应进一步细化评价指标体系和研究尺度,针对不同的承载力区域选取样点,进行乡村振兴路径的具体研究。

5 结 论

本文以宁夏县域为研究单元,运用PS-DR-DP正六边形相互作用力理论模型,将县域资源环境承载力用3对相互作用力表达出来,通过测算3对相互作用力的协调度和发展度,进而分析出各县域资源环境承载力的短板,最后在资源环境承载力评价的基础上探讨了宁夏乡村振兴的实现路径。3对相互作用力的协调度发展度中,北部沿黄灌区资源环境承载力高,但人口和工业的集聚造成部分县域发展度较低;南部山区因先天自然条件缺陷,资源环

境承载力低，但在生态恢复政策的影响下发展度逐渐提升。

基于资源环境承载力的测算，识别出各县域实现乡村振兴的资源环境约束条件。资源环境约束条件的空间分布特征明显，其分布格局的形成不仅受地理环境的影响，还与区域政策、资源条件、经济发展等因素有着复杂的关系。乡村地域的可持续发展依赖于资源环境承载能力与经济发展的耦合关系，宁夏在新经济发展的机遇下，实现乡村振兴战略不仅要在宏观层面上谋划振兴路径，还需根据各区域的资源环境承载能力进行调控以促进乡村社会经济可持续发展。

参考文献(References)

[1] 文琦, 郑殿元, 施琳娜. 1949—2019年中国乡村振兴主题演化过程与研究展望[J]. 地理科学进展, 2019, 38(9): 1272-1281. [Wen Qi, Zheng Dianyuan, Shi Linna. Themes evolution of rural revitalization and its research prospect in China from 1949 to 2019 [J]. Progress in Geography, 2019, 38(9): 1272-1281.]

[2] 刘彦随. 新型城镇化应治"乡村病"[N]. [2013-09-10]. 人民日报. [Liu Yansui. New-type urbanization should treat "rural diseases" [N]. [2013-09-10]. People's Daily.]

[3] 杨忍, 文琦, 王成, 等. 新时代中国乡村振兴: 探索与思考——乡村地理青年学者笔谈[J]. 自然资源学报, 2019, 34(4): 890-910. [Yang Ren, Wen Qi, Wang Cheng, et al. Discussions and thoughts of the path to China's rural revitalization in the new era: Notes of the young rural geography scholars[J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(4): 890-910.]

[4] Liu Y S, Fang F, Li Y H. Key issues of land use in China and implications for policy making[J]. Land Use Policy, 2014, 40: 6-12.

[5] Liu Y S. Introduction to land use and rural sustainability in China [J]. Land Use Policy, 2018, 74: 1-4.

[6] 刘彦随. 新时代乡村振兴地理学研究[J]. 地理研究, 2019, 38(3): 461-466. [Liu Yansui. Research on the geography of rural revitalization in the new era[J]. Geographical Research, 2019, 38(3): 461-466.]

[7] 屠爽爽, 龙花楼. 乡村聚落空间重构的理论解析[J]. 地理科学, 2020, 40(4): 509-517. [Tu Shuangshuang, Long Hualou. The theoretical cognition of rural settlements spatial restructuring[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(4): 509-517.]

[8] 屠爽爽, 郑瑜晗, 龙花楼, 等. 乡村发展与重构格局特征及振兴路径——以广西为例[J]. 地理学报, 2020, 75(2): 365-381. [Tu Shuangshuang, Zheng Yuhan, Longhualou, et al. Rural development and reconstruction pattern characteristics and rejuvenation path: Taking Guangxi as an example[J]. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(2): 365-381.]

[9] 刘彦随. 中国东部沿海地区乡村转型发展与新农村建设[J]. 地理学报, 2007, 62(6): 563-570. [Liu Yansui. Rural transformation development and new countryside construction in eastern coastal area of China[J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(6): 563-570.]

[10] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 中国乡村转型重构研究进展与展望——逻辑主线与内容框架[J]. 地理科学进展, 2015, 34(8): 1019-1030. [Yang Ren, Liu Yansui, Longhualou, et al. Research progress and prospect of rural transformation and reconstruction in China: Paradigms and main content[J]. Progress in Geography, 2015, 34(8): 1019-1030.]

[11] 刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 乡村地域多功能的内涵及其政策启示[J]. 人文地理, 2011, 26(6): 103-106, 132. [Liu Yu, Liu Yansui, Guo Liying. Connotations of rural regional multifunction and its policy implications in China[J]. Human Geography, 2011, 26(6): 103-106, 132.]

[12] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴[J]. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650. [Liu Yansui. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 637-650.]

[13] 唐任伍. 新时代乡村振兴战略的实施路径及策略[J]. 人民论坛·学术前沿, 2018(3): 26-33. [Tang Renwu. The path of rural revitalization strategy in the new era[J]. Renming Luntan: Xueshu Qianyan, 2018(3): 26-33.]

[14] 龙花楼, 刘彦随, 邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价[J]. 地理学报, 2009, 64(4): 426-434. [Long Hualou, Liu Yansui, Zou Jian. Assessment of rural development types and their rurality in eastern coastal China[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(4): 426-434.]

[15] 叶兴庆. 新时代中国乡村振兴战略论纲[J]. 改革, 2018(1): 65-73. [Ye Xingqing. The general principles of the China's rural vitalization strategy in the new era[J]. Reform, 2018(1): 65-73.]

[16] 周侃, 樊杰. 中国欠发达地区资源环境承载力特征与影响因素——以宁夏西海固地区和云南怒江州为例[J]. 地理研究, 2015, 34(1): 39-52. [Zhou Kan, Fan Jie. Characteristics and influence factors of resources and environment carrying capacity in underdeveloped areas of China[J]. Geographical Research, 2015, 34 (1): 39-52.]

[17] 王亮, 刘慧. 基于PS-DR-DP理论模型的区域资源环境承载力综合评价[J]. 地理学报, 2019, 74(2): 340-352. [Wang Liang, Liu Hui. The comprehensive evaluation of regional resources and environmental carrying capacity based on PS-DR-DP theoretical model[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(2): 340-352.]

[18] 牛方曲, 封志明, 刘慧. 资源环境承载力评价方法回顾与展望[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 655-663. [Niu Fangqu, Feng Zhiming, Liu Hui. A review on evaluating methods of regional resources and environment carrying capacity[J]. Resources Science, 2018, 40 (4): 655-663.]

[19] 吴琼, 王如松, 李宏卿, 等. 生态城市指标体系与评价方法[J]. 生

态学报, 2005, 25(8): 2090-2095. [Wu Qiong, Wang Rusong, Li Hongqing, et al. The indices and the evaluation method of eco-city [J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 2090-2095.]

[20] 文琦, 郑殿元. 西北贫困地区乡村类型识别与振兴途径研究[J]. 地理研究, 2019, 38(3): 509-521. [Wen Qi, Zheng Dianyuan. Identification and revitalization of rural poverty-stricken areas in northwest China[J]. Geographical Research, 2019, 38(3): 509-521.]

[21] 许明军, 杨子生. 西南山区资源环境承载力评价及协调发展分析——以云南省德宏州为例[J]. 自然资源学报, 2016, 31(10): 1726-1738. [Xu Mingjun, Yang Zisheng. The evaluation and analysis of coordinated development on resources and environment carrying capacity in southwestern mountainous area of China: A case in Dehong Dai-Jingpo Autonomous Prefecture, Yunnan Province [J]. Journal of Natural Resources, 2016, 31(10): 1726-1738.]

[22] 雷勋平, 邱广华. 基于熵权TOPSIS模型的区域资源环境承载力评价实证研究[J]. 环境科学学报, 2016, 36(1): 314-323. [Lei Xunping, Qiu Guanghua. Empirical study about the carrying capacity evaluation of regional resources and environment based on entropy-weight TOPSIS model[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2016, 36(1): 314-323.]

[23] 李恒吉, 曲建升, 庞家幸, 等. 甘肃省人口-经济-社会-资源-环境系统耦合协调及可持续发展时空综合测度研究[J]. 干旱区地理, 2020, 43(6): 1622-1634. [Li Hengji, Qu Jiansheng, Pang Jiaxing, et al. Spatial-temporal synthetic measurement of coupling coordination and sustainable development of population-economy-society-resource-environment in Gansu Province[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(6): 1622-1634.]

[24] 许明军, 冯淑怡, 苏敏, 等. 基于要素供容视角的江苏省资源环境承载力评价[J]. 资源科学, 2018, 40(10): 1991-2001. [Xu Mingjun, Feng Shuyi, Su Min, et al. The evaluation of resource environmental carrying capacity in Jiangsu Province on the factor supply perspective[J]. Resources Science, 2018, 40(10): 1991-2001.]

[25] 杨晴青, 高岩辉, 杨新军, 等. 黄土高原半干旱区微尺度乡村人居环境系统脆弱性测度及时空分异——以陕西省佳县为例[J]. 干旱区地理, 2020, 43(5): 1371-1381. [Yang Qingqing, Gao Yanhui, Yang Xinjun, et al. Measurement and spatial-temporal differentiation of vulnerability of microscale of microscale rural human settlements in the semi-arid region of the Loess Plateau: A case study of Jiaxian County, Shaanxi Province[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(5): 1371-1381.]

[26] 聂艳, 雷文华, 周勇, 等. 区域城市化与生态环境耦合时空变异特征——以湖北省为例[J]. 中国土地科学, 2008, 22(11): 56-62. [Nie Yan, Lei Wenhua, Zhou Yong, et al. Research on spatio-temporal variation characteristic of regional urbanization and eco-environment coupling: A case of Hubei Province[J]. China Land Science, 2008, 22(11): 56-62.]

[27] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J].广州环境科学, 1996, 11(1): 12-16. [Liao Chongbin. Quantitaitve judgemant and classification system for coordinated development of environment and economy: A case study of the city group in the Pearl River Delta[J]. Guangzhou Environmental Science, 1996, 11(1): 12-16.]

[28] 陈兴雷, 李淑杰, 郭忠兴. 吉林省延边朝鲜自治州土地利用与生态环境协调度分析[J]. 中国土地科学, 2009, 23(7): 66-70, 78. [Chen Xinglei, Li Shujie, Guo Zhongxing. Analysis on the harmonious degree between land use and ecological environment in Yanbian Korean Autonomous Prefecture, Jilin Province[J]. China Land Science, 2009, 23(7): 66-70, 78.]

[29] 侯雪, 米文宝, 余晓霞. 宁夏主体功能区划研究[J]. 生态经济, 2008(12): 42-46. [Hou Xue, Mi Wenbao, Yu Xiaoxia. Study on regionalization of major development function in Ningxia Province [J]. Ecological Economy, 2008(12): 42-46.]

[30] 米文宝, 余晓霞, 李雯燕, 等. 宁夏主体功能区划初步研究[J]. 经济地理, 2008, 28(6): 936-940. [Mi Wenbao, Yu Xiaoxia, Li Wenyan, et al. Preliminary study on the main function division of Ningxia[J]. Economic Geography, 2008, 28(6): 936-940.]

Rural revitalization path based on the resources and environment carrying capacity in arid area: A case of Ningxia Hui Autonomous Region

LI Jin,　WEN Qi,　YANG Xiao

(School of Geography and Planning, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: Resources and environmental conditions are important factors that limit the socioeconomic development of arid areas. Blind development will cause irreversible damage to the environment and lead to the stagnation of regional development. Therefore, exploring the resources and environment carrying capacity of arid areas is important for planning the rural development path. Rural arid areas all over the world are defined by high rainfall variability, frequent droughts, low soil moisture, and extreme events such as flash floods, which normally combine with government shortcomings and structural inequalities to exacerbate the vulnerability of communities. Agriculture has limited livelihood options, and employment opportunities depend on activities that are sensitive to the impacts of climate change. The climatic and socioeconomic environment in rural arid areas makes communities vulnerable to food insecurity and unstable livelihoods, and leads to unsustainable agroecological systems and crop failure of the land. Ningxia is located in the transition zone of arid and semi-arid climate of China, which is the most sensitive, ecologically vulnerable zone in the global climate and is also a region with outstanding resources and environmental problems. This study aims to analyze the resources and environment carrying capacity of settlement land resources and water resources for developing rural arid land in Ningxia. This study takes counties in Ningxia as the research unit to characterize the resources and environment carrying capacity with three pairs of interaction force, namely, pressure-support, destructiveness-resilience, and degradation-promotion. Coordination degree and degree of development are used to analyze the coordinated development capacity of regional resources and environmental carrying capacity to identify the resource environment in each region and lack of carrying capacity. Results show that the overall resources and environment carrying capacity of Ningxia is weak, and the carrying capacity along the Yellow River irrigation area in the north is higher than that of the southern mountainous area. As a result of the inborn shortage of natural conditions and overgrazing, the resources in the southern mountain area are low, but the coordination degree of the degradation and uplift has improved evidently since poverty alleviation efforts have been put in place. According to the shortcomings of each county's resources and environment in Ningxia, it is divided into four types of problem counties, namely, fragile support, fragile recovery, fragile lifting, and fragile carrying capacity. With focus on the advantages and disadvantages of the resources and environment carrying capacity of each region, Ningxia is divided into four regions: high-carrying agglomeration upgrading area, high-carrying characting protection area, medium-carrying ecological restoration area, and low-carrying ecological conservation zone. The aim is to establish appropriate rural revitalization paths based on regional industrial characteristics. In this paper, the smallest research unit is the county, starting from the resources and environment carrying capacity, and the path of rural revitalization is explored from the perspective of sustainable development with a view to providing a new thinking path and reference significance for national rural revitalization.

Key words: resources and environment carrying capacity; rural revitalization; arid area; Ningxia